

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

G01N 23/204 (2006.01)



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 200480006950.X

[43] 公开日 2006 年 4 月 19 日

[11] 公开号 CN 1761872A

[22] 申请日 2004.3.12

[21] 申请号 200480006950.X

[30] 优先权

[32] 2003.3.14 [33] DK [31] PA200300387

[86] 国际申请 PCT/DK2004/000161 2004.3.12

[87] 国际公布 WO2004/081551 英 2004.9.23

[85] 进入国家阶段日期 2005.9.14

[71] 申请人 力技术

地址 丹麦布伦德比

共同申请人 灵索船舶公司

[72] 发明人 尼尔斯·H·派德尔森

柯杰尔德·蒂特曼

[74] 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利商
标事务所

代理人 郭思宇

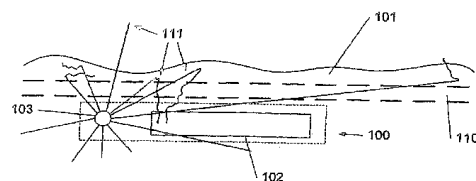
权利要求书 3 页 说明书 13 页 附图 3 页

[54] 发明名称

用来探测在船甲板上的水的方法和设备

[57] 摘要

本发明涉及一种用来探测在船甲板上的含氢材料的设备，该设备包括：一个中子源(103)，位于船甲板(110)的表面下面，并且发射快/高能中子；和一个探测器装置，位于船甲板的表面下面，并且探测热中子。本发明还涉及一种用来探测在船甲板上的含氢材料的对应方法。由此提供用来探测在船甲板上的水的出现的一种设备和一种方法，其中特别是当行驶在恶劣气候条件下时这些出现发生。该设备位于船甲板下面，它因此不暴露于归因于恶劣气候条件的磨损。



1. 一种用来探测在船甲板(110)上的水的设备(100), 其特征在于, 该设备包括:

- 5 •一个中子源(103), 位于船甲板(110)的表面下面, 并且发射快/高能中子(111); 和
- 一个探测器装置(102, 102a, 102b), 位于船甲板(110)的表面下面, 并且探测热中子。

2.根据权利要求1所述的设备(100), 其特征在于, 该设备还包括通过把在已知环境中的热中子的强度记录为一个校准值来校准设备的装置(108)。

3.根据权利要求1或2所述的设备(100), 其特征在于, 该设备还包括一个慢化器(104', 104''), 该慢化器布置在船甲板(110)的表面的下面, 并且在碰撞时减速和反射中子。

15 4.根据权利要求1或3所述的设备(100), 其特征在于, 该设备还包括:

- 一个光发射单元(102b), 在与热中子有核作用/反应时发射光;
- 一个光记录单元(102a), 在记录光的闪烁时发射一个电脉冲/一个电信号(106);

20 其中, 慢化器(104'; 104'')是一个提供在光发射单元与光记录单元之间的光传导单元。

5.根据权利要求4所述的设备(100), 其特征在于, 光传导单元(104'')构造成用于实质上与一个探测表面(109)相垂直地把发射光从所述光发射单元(102b)引导到光记录单元(102a)。

25 6.根据权利要求4所述的设备(100), 其特征在于, 光传导单元(104'')构造成用于实质上与一个探测表面(109)相平行地把发射光从光发射单元(102b)引导到光记录单元(102a)。

7.根据权利要求1至6之一所述的设备(100), 其特征在于, 该设备还包括一个连接到探测器装置(102; 102a)上的电路(105),

该电路(105)构造成用于产生一个代表估计水量的信号(108),其中该产生基于来自光记录单元(102a)的电信号(106)进行。

8.一种探测在船甲板(110)上的水的方法,其特征在于,该方法包括如下步骤:

5 •从一个中子源(103)发射高能中子(111),该中子源位于船甲板(110)的表面下面;和

 •借助于一个探测器装置(102; 102a; 102b)探测热中子,该探测器装置位于船甲板(110)的表面下面。

10 9.根据权利要求8所述的方法,其特征在于,在已知环境下的热中子的强度被记录为一个校准值。

 10.根据权利要求8或9所述的方法,其特征在于,该方法还包括一个借助于一个慢化器(104'; 104'')在碰撞时减速和反射中子的步骤,该慢化器布置在船甲板(110)的表面下面。

 11.根据权利要求10所述的方法,其特征在于,该方法包括:

15 •在与热中子有核作用/反应时,从一个光发射单元(102b)发射光;

 •在记录光的闪烁时,由一个光记录单元(102a)发射一个电脉冲/一个电信号(106);及

20 •由布置在光发射单元(102b)与光记录单元(102a)之间的一个光传导单元(104'')把光从所述光发射单元(102b)传导到光记录单元(102a),其中慢化器(104'; 104'')是光传导单元。

 12.根据权利要求11所述的方法,其特征在于,光传导单元(104'')构造成用于实质上与一个探测表面(109)相垂直地把发射光从所述光发射单元(102b)引导到光记录单元(102a)。

25 13.根据权利要求11或12所述的方法,其特征在于,光传导单元(104'')构造成用于实质上与一个探测表面(109)相平行地把发射光从光发射单元(102b)引导到光记录单元(102a)。

 14.根据权利要求11至13任一项所述的方法,其特征在于,该方法还包括在一个连接到所述探测器装置(102; 102a)上的电路(105)

中产生一个代表估计水量的信号(108)，其中所述产生基于来自光记录单元(102a)的电信号(106)进行。

15.根据权利要求1至7任一项所述的、用来探测位于船甲板上的水的设备的使用。

用来探测在船甲板上的水的方法和设备

5 技术领域

本发明涉及一种用来探测在船甲板上的水的设备。本发明也涉及一种用来探测在船甲板上的水的方法。最后，本发明涉及根据本发明的用来探测在船甲板上存在的水的设备的设备的使用。

10 背景技术

当在恶劣气候条件下例如在巨浪和/或强风中航行时，船的甲板可能浸没有水，浸没的水一般被称为“甲板涌浪”。它可能损坏船只或舱面货物，并且可能对于人有危险。况且，在甲板上甲板涌浪的出现可能是一种便利指示-船被引导的航线可能是有问题的并因此要检查
15 和选择性地修正。因而，当在甲板上发现甲板涌浪时，可能未必涉及损坏货物的主要危险；而是在甲板上甲板涌浪的存在因而可能是一种征兆-关于船被引导的航线应该进行改变以便减小由于船被不适当地引导而损坏货物的危险。因此便利的是，能够探测在船甲板上水的存在。具体地说，便利的是，如果这种探测连续地和/或甚至在少量水的情况下进行，则由此能够使甲板涌浪的任何出现没有延迟地被探测到。
20

从例如大型货船，如集装箱运输船，的船桥用肉眼探测在船甲板上如果有水的出现未必总是可能的，一方面由于从船桥到船尾可能大于 200 m 的事实，并且另一方面由于视线可能由货物遮挡并且也因为
25 在船甲板上水的存在/浸没不是一种静态情形；而是它可能连续地变化。不可能把船员指派在甲板上，因为这种措施在恶劣气候条件下可能是致命的，并且最后，航行也在夜间进行。

由于由浸没水和气候施加的强大力量，一般地说，在甲板上诸如摄像机之类的仪器暴露于水和较高的损坏危险。

发明内容

本发明的一个目的在于，提供一种用来探测在船甲板上水的出现的设备，其中该设备在恶劣气候条件下布置在船上时不暴露于真正的磨损和/或损坏。

5 这个目的由一种用来探测在船甲板上的水的设备来实现，其中该设备包括：

- 一个中子源，位于船甲板的表面下面，并且发射快/高能中子；
和

- 一个探测器装置，位于船甲板的表面下面，并且探测热中子。

10 由此实现一种设备，该设备能够探测穿过非改造和甚至非开孔甲板板的水。根据本发明的设备有利地使用已知知识：是水的一种元素的氢是所有元素物质中最有效地能够减速具有高动能的中子的元素物质。这种效果非常明显，并由此在减速中子-所谓的中子热能慢化-方面，氢定性地本身与所有其它元素物质区分开。氢是水的一种重要
15 元素，并且水一般是在船甲板上存在的唯一含氢材料，及有限厚度的甲板钢板基本上不吸收中子，设备能够穿过甲板板探测水。况且，一种用来探测热中子的探测器装置能够提供一种快速反应，借此作为船甲板浸没的结果，船舶被引导的航线能受到立即检查和选择性地修正。

20 因而，根据本发明的设备使用一个中子源来探测在船甲板上存在的水。为此目的的一个中子源与中子能够透入某些障碍物的典型优点有关。例如，通过本发明有可能穿过甲板板估计水的量。由此能监视在船甲板上是否有水和有多少水，而不必例如修改或开孔甲板板或其部分并且不必把设备布置在甲板上方，在该处设备会暴露于气候的影响。

25 一种快中子源发射快/高能中子，即具有高动能的中子。本发明有利地使用已知的发现：原子核（并且特别是氢）在碰撞时减速中子，这种碰撞一般称作“弹性散射/碰撞”（借此对于碰撞的中子，减小速度和改变方向）。本发明使用一种探测较慢/低能中子，所谓热中子，的探测器装置。在中子已经被足够地减速之后，它可以由探测器装置探

测。

根据一个优选实施例，设备包括通过把在已知环境中的热中子的强度记录为一个校准值来校准设备的另外装置。例如当甲板已经涂漆或者与定期控制有关时，可以进行这种校准。

- 5 本发明的另外一个目的在于，提供一种用来探测在船甲板上的水的出现的设备，其中连续地和/或甚至在少量水的情况下实现探测，借此能迅速地探测在船甲板上甲板涌浪的出现，如果有的话。

这按照一个优选实施例实现，其中根据本发明的设备还包括一个慢化器，该慢化器布置在船甲板的表面的下面，并且在碰撞时减速和
10 反射中子。

减速中子的过程一般称作“慢化”（**moderation**），并且一种对应的物理装置称作“慢化器”。最经常的是，为了使中子被探测到，中子必须与氢原子碰撞几次。已知一种探测设备装有一个慢化器、一定量的氢或一种慢化器材料，以实现增大的灵敏度，其中慢化器通过弹性
15 散射/碰撞减速和反射/散射中子，并且这样布置，一定量的进入中子撞击探测器和要探测的氢而被反射。概括地说，另外量的氢/慢化器材料起一个也减速中子的（部分）中子反射器的作用，这意味着将探测增加量的减速/热中子。这常常也称作中子“反向散射体”（**back-scatter**）。

20 根据又一个实施例，该设备还包括：

- 一个光发射单元，在与热中子有核作用/反应时发射光；
- 一个光记录单元，在记录光的闪烁时发射一个电脉冲/一个电信号；

其中慢化器是一个提供在光发射单元与光记录单元之间的光传导单元。
25

由此实现一种改进灵敏度的水探测器，光传导单元提供光从光发射单元到光记录单元的传导/集中，这进一步改进效率/灵敏度，借此导致光闪烁的所述有核作用将以大大改进的可靠性由光记录单元记录。

因而，光传导单元起双重功能的作用，除传导/集中光之外，它也提供一种慢化效应，因为它包含用来实现以上提到的反向散射体效应的氢/慢化器材料。光传导单元的这种双重功能具有进一步的效果：根据本发明的设备能以紧凑的方式构造。

5 改进的灵敏度意味着：使用的中子源不必如此强大，以致于它构成健康危害，结果是对用于操作者的防护设备的需求或其笨拙的操纵；而同时仍能穿过甲板板提供可靠的探测，即具有对甲板板的改变、开孔或任何其它变化。况且，由于增大的灵敏度和辅助慢化器的进一步效果，与否则已经可能的相比，探测到更少量的氢和因此更少的水量，
10 因为否则难以探测到含氢材料/水的较少出现，这归因于为了热能慢化和因此可由探测器装置探测到中子必须实现六至八次碰撞的事实。

 例如，光发射单元可以是一个闪烁器，并且光记录单元可以是一个光电倍增器（PM）。可选择的是，光记录单元可以是一个光电二极管。

15 特别便利的是，源基本上布置在与光发射单元相邻的所述慢化器的表面的中心附近或在其中/周围。这种布置对于实现进一步增强的灵敏度的效果已经证明是有利的，因为大量中子被反射和慢化并因此被探测到。

 也特别便利的是，光发射单元基本上配置有一个与光发射单元相邻的表面和配置有一个与光记录单元的一个探测表面邻接的较小表面。
20 由此光发射单元的一个较大表面能光学耦合到光记录单元的一个较小探测表面上，这产生在经济性方面的优点，这样的光记录单元的成本较高并且主要取决于记录面积。

 例如，光传导单元可以基本上构造成具有切去顶部的圆锥（即，
25 通过穿过圆锥的中心线的截面，两维看到的梯形）。

 当设备的光传导单元构造成基本上与一个探测表面相垂直地把发射光从所述光发射单元引导到光记录单元时，实现一个特别便利的实施例，因为由此容易地提供一种探测设备，该探测设备具有与要探测的水位于其上的甲板板基本上相垂直的较大展开区域。由此实现一

种便利的构造，特别是如果希望根据本发明的探测设备主要在深度方向上操作。

根据一个可选择实施例，光传导单元构造成基本上与设备的一个探测表面相平行地把发射光从光发射单元引导到光记录单元。以这种方式，容易地提供一种探测设备，该探测设备具有与其中要探测水的物体的探测表面基本上相平行的较大展开区域。通俗地讲，探测设备的长度大于高度。由此实现一个特别便利的实施例，特别是如果希望探测设备较扁平，例如如果它安装在甲板板的下侧并且如果希望它在甲板下面不会突出太远。

根据设备的又一个优选实施例，它还包括一个连接到探测器装置上的电路，其中该电路构造成产生一个代表估计水量的信号，其中该产生基于来自光记录单元的电信号进行。

本发明还涉及一种方法，该方法探测在船甲板上的水并且包括如下步骤：

●从一个中子源发射高能中子，该中子源位于船甲板的表面下面；
和

●借助于一个探测器装置探测热中子，该探测器装置位于船甲板的表面下面。

根据该方法的一个实施例，在已知环境下的热中子的强度被记录为一个校准值。特别是在设备的安装期间进行这种校准。

根据又一个实施例，该方法还包括一个借助于一个慢化器在碰撞时减速和反射中子的步骤，该慢化器布置在船甲板的表面下面。

根据再一个实施例，该方法包括：

●在与热中子有核作用/反应时，从一个光发射单元发射光；
●在记录光的闪烁时，由一个光记录单元发射一个电脉冲/一个电信号；及

●由布置在光发射单元与光记录单元之间的一个光传导单元把光从所述光发射单元传导到光记录单元，其中慢化器是光传导单元。

选择地，光传导单元构造成基本上与一个探测表面相垂直地把发

射光从所述光发射单元引导到光记录单元。可选择的是，光传导单元可以构造成基本上与一个探测表面相平行地把发射光从光发射单元引导到光记录单元。

根据又一个优选实施例，该方法还包括在一个连接到所述探测器装置上的电路中产生一个代表估计水量的信号，其中所述产生基于来自光记录单元的电信号进行。

根据本发明的方法和其实实施例与根据本发明的设备和其实实施例相对应，并且由于相同的原因具有相同的效果。

10 附图说明

在下面将参照表示本发明典型实施例的附图，更详细地解释本发明，并且其中：

图 1 表明根据本发明的、布置在船甲板的表面下面的一种设备，并且其中水的出现可能呈现在船甲板的甲板板（deck plate）上；

15 图 2a 示意表示根据本发明的一种设备的一个实施例；

图 2b 示意表示根据本发明的一种设备的一个第二实施例；

图 2c 示意表示根据本发明的一种设备的一个第三实施例；及

图 3 示意表示从上方看到的、具有货物、船桥及根据本发明的多种设备的布置的船舶。

20

具体实施方式

图 1 表明根据本发明的、布置在船甲板的表面下面的一种设备，其中水的出现可能呈现在船甲板的甲板板（110）上。该图表示一块甲板板（110），在该处要探测的水位于船甲板的甲板板（110）上方，并且其中一个用来探测位于般甲板上的水（101）的探测设备（100）布置在船甲板的表面下面。探测设备（100）布置在船甲板的表面下面，因此它不暴露于诸如风、雨、雹等之类的气候条件。探测设备（100）包括一个探测热中子的探测器装置（102）、和一个发射快/高能中子（111）的中子源（103）。在图中，探测设备（100）表示成这样布置

25

在甲板板(110)下面;当然,还有一种选择是,把探测设备(100)这样布置在甲板板中的凹坑中,从而尽可能少地从甲板板(110)的下表面突出。情况是整个探测设备(100)布置在船甲板的上表面下面。

由源(103)发射的中子(111)基本上在所有方向上前进,并且
5 这些中子的一些将与在船甲板上是如果有的水(101)的成分的氢相碰撞,借此中子将改变方向并失去速度。中子的一部分将向用于热中子探测的控制器装置(102)反射,并且当它们已经碰撞足够的次数时,它们将是热的(即,一般具有约近似0.025 eV的动能),借此探测器将记录它们,并且能探测水(101)的量。一些中子将在其它方向上继续,并且/或者被吸收。一般中子必须与氢原子碰撞平均约6至8次,以拥有探测器能够探测到的能量(中子必须下降约六至八个能量级值)。

如果探测器设备包括一个慢化器(moderator)(未表示),则该慢化器提供这样的效果:与其中只有水(101)主要存在用来减小中子动能的情形相比,将探测到具有适当能量的大量中子。由此提高探测设备(100)的灵敏度。
15

图2a示意表明根据本发明的一种设备(100)的一个实施例。在该图中,表示的一种探测设备(100)包括一个中子源(103)和一种中子减速和反射材料(104'),即包括例如氢的一种慢化器材料。探测设备(100)具有一个探测表面(109),探测表面(109)打算在一个方向上面向一种物体(101),这里是要探测的任何水的出现。就是说,探测设备(100)的探测表面(109)能布置成邻接例如船甲板的甲板板(110)的下表面。
20

况且,探测设备(100)还包括热中子的一个探测器(102a, 102b),根据本发明的该探测器包括一个光发射单元(102b)和一个光记录单元(102a),其中光记录单元(102a)连接到一个电路(105)上。光发射单元(102b)在与热中子有核作用/反应的情况下发射光,而光记录单元(102a)在光闪烁的记录时发射一个电脉冲/一个电信号(106),其中发射的电脉冲/发射的电信号接收在用于以后整理、处理等的电路
25

(105)中。电路(105)可以另外包含如下面描述的那样用来校准设备的装置。

根据本发明,慢化器材料是一个光传导单元或一种光传导材料(104')。以这种方式,光传导单元(104')提供一种双重功能,因为
5 如上所述,除把来自光发射单元(102b)的光传导/集中到光记录单元(102a)的探测表面(107)之外,它也提供一种慢化效果,因为它包含用来实现以上提到的反向散射体效果的氢/慢化器材料。光传导/集中效应改进效率/灵敏度,因为导致光闪烁的核作用将以大大改进的可靠性由光记录单元(102a)记录,借此可以探测更少量的氢,而中子
10 源的强度不必增大。

光从光发射单元(102b)到光记录单元(102a)的运动在图中由虚线箭头示意给出。

况且,光传导单元/慢化器(104')的双重功能使探测设备(100)构造得紧凑,或者至少不大于已经包括用来实现中子反向散射体的一个
15 辅助慢化器的解决方案。

在表示的实施例,光传导单元(104')基本上配置有一个与光发射单元(102b)邻接的表面,并且具有一个与光记录单元(102a)的一个探测表面(107)邻接的较小表面。由此光发射单元(102b)的一个较大表面能通过光记录单元(102a)光学耦合到一个较小探测表面
20 面(107)上,这带来经济上的优点,因为这样的光记录单元(102a)的成本较高并且主要取决于记录面积。例如,光传导单元可以基本上构造成圆锥,其中顶部被切去(即,通过穿过圆锥的中心线的截面,两维看到的梯形)。

光传导单元/光传导材料(104')可以是例如一个包括氢和/或其它慢化器材料的光导管(英国术语)。根据一个优选实施例,光传导
25 单元/光传导材料(104')是有机玻璃。

优选地中子源(103)被包括/嵌在慢化器(104')中,并且基本上在与光发射单元(102b)相邻的慢化器(104')的表面的周围或对中地布置。这种布置已经证明是有利的,因为实现进一步提高的灵敏

度，因为大量中子将被反射和减速并因此被探测到。

根据一个实施例，光发射单元（102b）是一个闪烁器，该闪烁器是一种已知的标准单元，该标准单元记录核作用并且当例如热中子撞击闪烁器（102b）时发射光闪烁。在实际中，释放光子。闪烁器（102b）的一个例子是富集锂同位素 Li-6 的玻璃。

根据一个实施例，光记录单元（102a）是一个光电倍增器，该光电倍增器也是一种已知的标准单元，该标准单元记录甚至非常弱的光闪烁并且基于一次或多次这种闪烁产生一个电脉冲。可选择的是，光记录单元（102a）是一个光电二极管。

电路（105）从光记录单元/光电倍增器（102a）接收电脉冲/信号，并因而能够依据当前使用记录和/或处理这些信号，例如用来估计水（101）的出现或用于其它用途。例如，来自电路（105）的一个或多个电输出信号（108）能用于表示估计量和/或其它功能的显示器/仪表（未表示）。

况且，探测设备（100）可以包括其它类型的光传导材料（104'）（可选择地无氢材料，如玻璃）。其它类型的光传导材料可以具有中子慢化效应；然而，这不要求，除非探测设备能够探测少量水是基本的。

优选的是，光记录单元/光电倍增器（102a）和光导管（104）在光记录单元/光电倍增器（102a）的探测表面（107）处彼此相撞/对着，在其之间有一种光学适应材料，例如硅脂、透明硅密封化合物等，以保证在过渡处的最低可能的光学损失。

中子源（103）可以是例如一种同位素基（isotope-based）中子源。

可选择的是，中子源（103）也可以布置在除光导管（104'）的中心/周围之外的其它地方。

电路（105）可以供应多种功能，并且依据本发明的相关使用具有多种构造。例如，一种简单的电路只需要在一个时间段内记录来自光电倍增器/光记录单元（102a）的电脉冲的数量，以便能够以简单方

式估计氢/水的量。可选择的是，可以使用更高级的电路。

此外，设备（100）可以包括一个这样布置的材料盘、板、元件等（未表示），从而中子源（103）位于其与探测表面（109）之间。所述盘、板、元件等必须是拥有善于反射中子而没有能量的显著损失的一种材料的，例如铁或钨。况且，设备（100）可以包括一个布置成包围中子源（103）的环、管、圆筒等，借此除去如果有的 γ 辐射，否则 γ 辐射在与光发射单元（102b）反应时可能提供虚假指示。这种环、管、圆筒等否则与光发射单元（102b）反应时可能给出虚假指示。这种环、管、圆筒等具体地必须是具有吸收 γ 辐射的性质的一种材料的，例如铅或钨。

图 2b 示意表明根据本发明的一种设备的一个可选择实施例。该图表示根据本发明的一种探测设备（100），该探测设备（100）包括表示在图 2a 中并联系其解释的相同元件/单元，但这些元件/单元布置和选择性地构造成不同的。更明确地说，组合的慢化器和光传导单元（104''）这样构造，它基本与探测设备（100）的探测表面（109）相平行地把光引导到光记录单元（102a）（与在图 2a 中表示的实施例相反，在图 2a 中，基本与探测表面（109）相垂直地引导光），这能够实现探测设备（100）的更细长构造。光传导单元（104''）可以例如，如在图中指示的那样，构造有诸如三角形之类的两维轮廓，其中从光发射单元（102）进来的光基本上相对于进入方向被垂直地反射，即基本上与探测表面（109）相平行。

可选择的是，光传导单元（104''）可以是相对于主入射方向把光倾斜/旋转/反射向一旁的一束光学纤维/光缆，即基本上与探测表面（109）相平行。

光从光发射单元（102b）到光记录单元（102a）的运动在图中用虚线箭头示意地表示。

在表示的实施例中，光传导单元（104''）基本上配置有一个与光发射单元（102b）邻接的表面，并且具有与光记录单元（102a）的一个探测表面（107）相邻的一个较小表面。

由此,实现一种细长构造,这种构造在希望提供较扁平探测设备(100)的情况下特别便利,例如如果它安装在甲板板(110)的下侧上,并且希望它从甲板板向下突出得不太远。

图 2c 示意表明根据本发明的一种设备的一个可选择实施例。表示的实施例与在图 2a 中表示的实施例相对应,然而中子源(103)的位置被改变。在表示的实施例中,进一步向慢化器(104')的中心构造中子源(103),即不在与光发射单元(102b)相邻接的慢化器(104')的表面中。可选择的是,中子源(103)能布置得例如在慢化器(104')的侧面之一的方向上更远。

在只使用一个探测设备的情况下,明显的选择是把它布置在前甲板处;然而,在探测在船甲板(200)上的水的情况下,当然有可能使用几个探测设备(100),其每一个布置在船甲板的上表面的下面,借助于几个设备跨过船甲板(200)分布在几个地方处。图 3 示意表示从上方看到的、具有带有货物(210)的船甲板(200)、船桥(220)及根据本发明的多个设备(100)的船的一个例子。图 3 表示两个探测设备;然而,将理解,依据例如船的尺寸和类型、出现甲板涌浪的以前经验等,有可能使用任何希望数量的探测设备。然而,一般探测设备布置在船甲板的最前面。

根据本发明的探测设备优选地配置有通过把在已知环境中的热中子的强度记录为一个校准值来校准设备的装置(105),该校准值存储在一个用于以后检索的适当存储器单元中,以便用来与探测值相比较。这个校准值能从估计水材料的量的信号导出,以便由此能够实现从在船甲板上的水导出的氢量的更精确估计。这些装置可以包括例如在探测设备上的按钮,其中当船的货物被装船时可以启动这个按钮,由此考虑到任何误差源。这样的误差源,如果有的话,可能是在货物中散装的含氢材料、在探测设备附近的放射性材料。而且,当甲板板基本上没有水、雪及冰,对于用于这种状态的校准值被记录以用于在水出现情况下的含氢材料的量的计算时,应小心地进行校准。当设备安装时进行校准特别有利。

一般地，根据本发明的探测设备将配置有一个壳体（在图中未表示）。这个壳体能便利地这样构造，从而它例如通过铁的使用具有中子反射效应。当然，这与其它较轻的材料相比添加增大的重量。然而，由于安装在船甲板下侧上的设备的增加重量的重要性不显著，所以铁
5 因而能被便利地使用，具有铁提供的优点。

下面，将解释探测设备如何用于记录在船甲板上的水量。当在甲板上没有水时，探测设备将具有基本上是来自中子源的 γ 辐射结果的读数。因而，这个读数将是常数。甲板涌浪，即来自船甲板的浸没的水，例如当在巨浪中行驶时，将显示为具有较高读数的较短持续时间段。
10 沉积在甲板上的、如果有的冰或雪也将被探测到，并且显示为随冰/雪层的厚度增大的读数，而否则是常数。因此，在冰层顶部上的甲板涌浪可能被探测为一个给定值的探测，该给定值不会低于一个增大值，但是在相当短的时段内，相对于该增大值增大。已经发现，设备能够探测冰，并且能够探测在高达至少 80 mm 的冰或雪层的顶部上的甲板涌浪。
15

叙述的是，有限厚度的甲板钢板基本上不吸收中子，并因此设备能够穿过船甲板探测水。应该指出，根据本发明的设备和方法不限于与甲板钢板相关的使用；而是它可以适用于与其它甲板材料，例如玻璃纤维增强聚酯或其它，有关的用途。然而，在玻璃纤维增强聚酯中的氢含量将降低探测设备的灵敏度。
20

探测设备的电路需要作中子源衰变方面的校正，这是众所周知的并且很简单。如果使用例如铜源，则期望以适当的间隔例如每四年更换。包含放射源的设备在大多数国家法律下受到定期控制，例如以两年为间隔，中子源更换能与这样的定期控制相结合。况且，对于探测
25 设备的电子操作能进行完全校正，借此探测设备的读数会变得非常可靠。

术语“甲板板”打算表示这样的板，该板把船甲板即位于船甲板上方的面，与位于船甲板下面的面例如货物保持或中间甲板相分离。术语“船甲板的上表面”打算指示甲板板的面向上表面，而术语“在船甲板

- 上”要理解成与“在甲板的上表面上方”意思同义。在船甲板的表面下面发现的东西要理解成它被包含在甲板板的上表面的下面，即不穿过甲板板向上突出，而是相反，都在甲板板下面，或者选择性地位于部分嵌在甲板板中，例如在甲板板的面向上表面的凹坑中。隐含的是，术语“水”覆盖“淡水”和“海水”，并且在船甲板上水存在的探测与水是淡水还是海水无关，并且与在水中如果有的污染物无关。
- 5

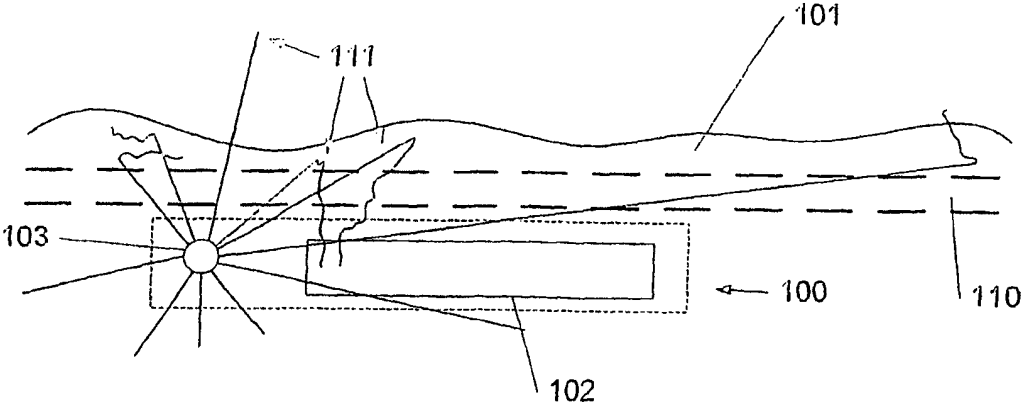


图1

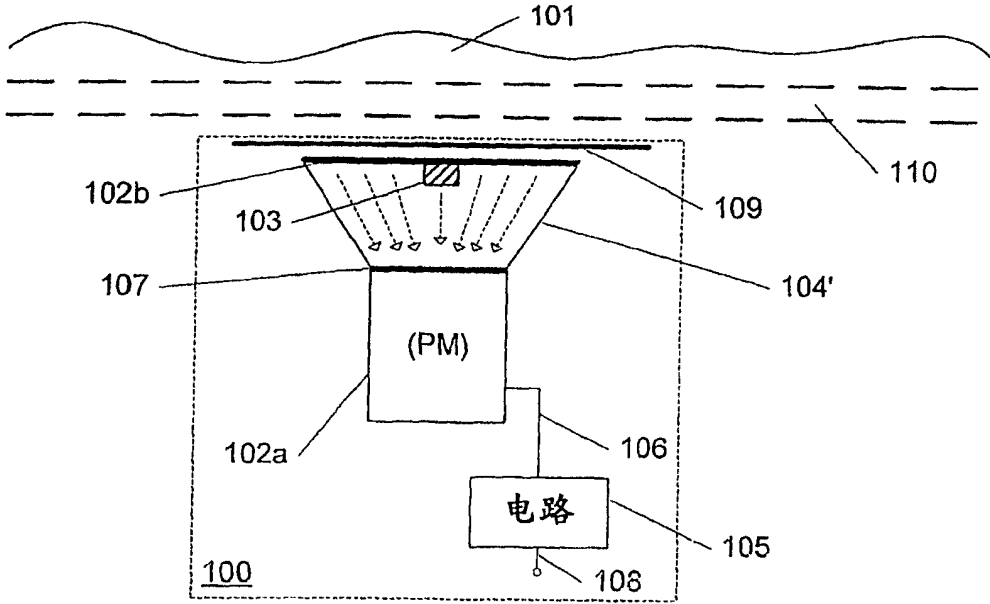


图2a

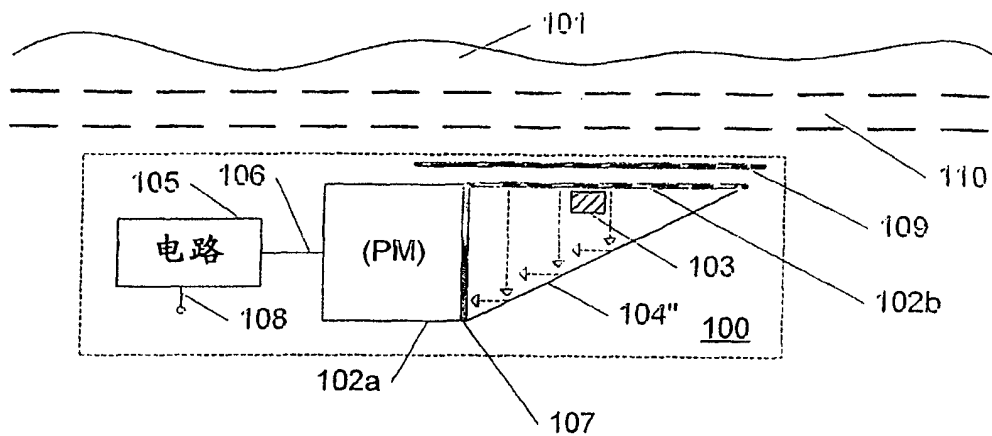


图 2b

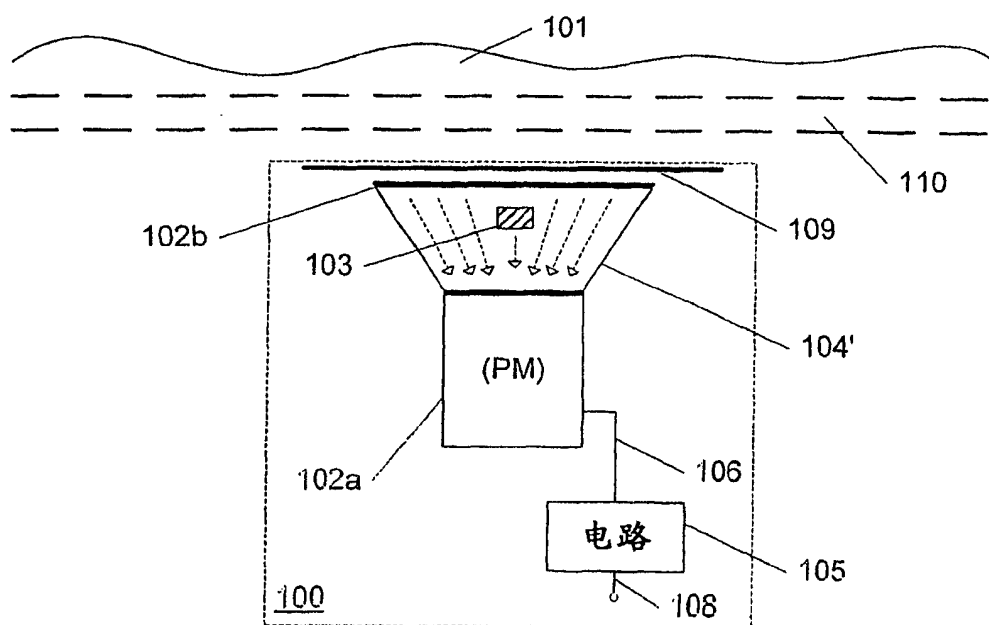


图 2c

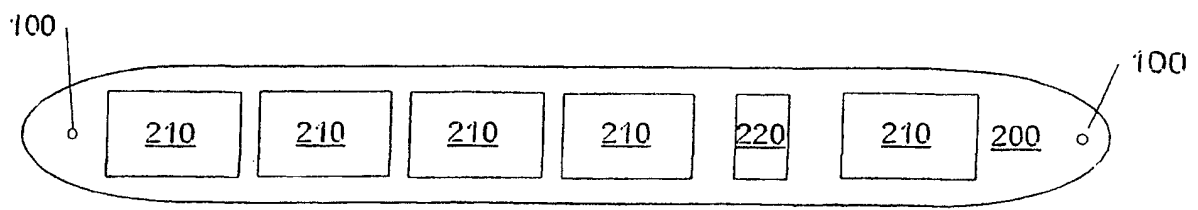


图 3